

Desain Antena Mikrostrip Bentuk Lingkaran Menggunakan Metode Pencatutan Langsung dan Slot Untuk Antena 5G

Junas Haidi¹

¹ Program Studi Teknik Elektro Universitas Bengkulu
Bengkulu, Indonesia

Abstract— *This paper is designing a circular microstrip antenna using slot method for 5G antenna application that works at 28 GHz resonance frequency. The result of the antenna study is 1.044 GHz bandwidth, return loss value of -36,871 dB, VSWR of 1,0865, 43 Ohm of Impedance and HPBW of 18,20 with 10 dBi main lobe. The slot method used in the design of the antenna in this study serves to widen the bandwidth and reduce the return loss of the antenna. Based on antenna parameters obtained during the antenna design and simulation, the design of antennas made for 5G applications at 28 GHz frequency has met the standard of the antenna. Thus, the design results that have been done can be made or fabricated to be used as a 5G antenna.*

Abstrak— *Paper ini adalah merancang antena mikrostrip bentuk lingkaran dengan menggunakan metode slot untuk aplikasi antena 5G yang bekerja pada frekuensi resonansi 28 GHz. Dari hasil penelitian antena yang didesain didapatkan lebar bandwidth 1,044 GHz, nilai return loss -36,871 dB, VSWR 1,0865, Impedansi 43 Ohm dan HPBW 18,20 dengan pancaran utama 10 dBi. Metode slot yang digunakan dalam perancangan antena pada penelitian ini berfungsi untuk melebarkan bandwidth dan memperkecil nilai return loss antena. Berdasarkan parameter antena yang didapat saat perancangan dan simulasi antena, maka perancangan antena yang dibuat bentuk lingkaran untuk aplikasi 5G pada frekuensi 28 GHz telah memenuhi standar antena. Dengan demikian hasil perancangan yang telah dilakukan telah bisa dibuat atau dipabrikan untuk digunakan sebagai antena 5G.*

Keywords— *Millimeter Wave, Microstrip Antenna, Circular Antenna, 5G.*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi didunia sangat cepat terutama dibidang telekomunikasi, dimana perkembangan generasi teknologi ini sangat pesat. Dari perkembangan teknologi mulai dari 1G, 2G, 3G, 4G dan yang sedang dipersiapkan saat ini untuk mengganti teknologi 4G adalah generasi ke 5 atau 5G. Teknologi generasi ke 5 ini untuk mendukung teknologi industri 4.0, dimana sistem industri 4.0 adalah semua mesin terhubung dengan internet (IOT) tentunya dengan hal ini dibutuhkan teknologi telekomunikasi yang sangat canggih atau akses data yang sangat cepat. Untuk menghadapi era penerapan industri 4.0 perlu disiapkan teknologi komunikasi baik itu menggunakan kabel atau nirkabel untuk komunikasi yang akses datanya sangat besar. Untuk menjawab industri 4.0 teknologi telekomunikasi telah menyiapkan teknologi telekomunikasi generasi ke 5 atau yang disebut 5G. kecepatan akses data pada generasi ke 5 ini sangat cepat yaitu 1 GHz atau 1 Gbps jauh lebih cepat dibandingkan generasi ke 4G dengan akses data hanya 100 MHz atau 100 Mbps.

Teknologi telekomunikasi generasi 5G ini masih dikembangkan didunia untuk menggantikan teknologi 4G, berdasarkan hal ini perlu penelitian terus menerus untuk menyempurnakan teknologi

5G. karena teknologi 5G ini mempunyai akses data yang sangat cepat, maka dibutuhkan peralatan yang mendukung terutama antena yang harus mempunyai lebar bandwidth minimal 1 GHz. untuk membuat antena yang mempunyai bandwidth yang lebar, berukuran kecil dan tidak mahal maka sangat cocok digunakan antena mikrostrip untuk aplikasi 5G. banyak sekali penelitian – penelitian yang telah dilakukan untuk membuat antena 5G dengan menggunakan metode slot [1][2][3][4][5][6]. Antena mikrostrip bentuk lingkaran banyak digunakan dalam penelitian antena mikrostrip, dikarenakan antena bentuk lingkaran ini mempunyai ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan ukuran antena bentuk lain. Antena mikrostrip bentuk lingkaran mempunyai nilai *return loss* yang sangat baik pada saat desain awal, sehingga perkembangan antena bentuk lingkaran banyak digunakan pada antena mikrostrip[6][7].

Desain antena mikrostrip untuk aplikasi antena 5G yang akan dilakukan berbentuk lingkaran. Teknik pencatutan yang akan didesain menggunakan teknik pencatutan langsung, dengan impedansi inputan 50 Ohm dan antena bekerja pada frekuensi 28 GHz[8]. Karena antena 5G yang diinginkan mempunyai bandwidth yang sangat

lebar yaitu lebih dari 1 GHz maka perlu metode – metode yang digunakan. Dalam hal ini metode yang digunakan untuk meningkatkan *bandwidth* dan memperkecil nilai *return loss* adalah metode slot.

2. DESAIN ANTENA MIKROSTRIP

A. Desain Antena Mikrostrip Bentuk Lingkaran.

Langkah pertama desain antena mikrostrip bentuk lingkaran adalah menentukan frekuensi kerja antena, pada desain ini frekuensi kerja antena yang didesain adalah 28 GHz. Setelah frekuensi kerja antena sudah ditentukan maka dilakukan perhitungan jari – jari lingkaran antena mikrostrip dengan menggunakan persamaan 1 dan 2[9]. Setelah didapatkan ukuran jari-jari patch maka dilakukan perhitungan lebar saluran transmisi atau lebar pencatu antena dengan menggunakan persamaan 3[9] . untuk ukuran substrat dan ground menyesuaikan dengan diameter *patch* antena sehingga tampak ukran yang ideal antara *ground*, substrat dan *patch*.

$$F = \frac{8,791 \times 10^9}{f_r \sqrt{\epsilon_r}} \quad (1)$$

$$r = \frac{F}{\sqrt{1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \left[\ln \left(\frac{\pi F}{2h} \right) + 1,7726 \right]}} \quad (2)$$

$$W = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\} \quad (3)$$

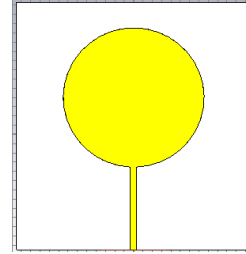
Material yang digunakan pada desain antena mikrostrip adalah substrat RO 3210 untuk aplikasi 5G dengan frekuensi resonansi 28 Ghz. Material substrat RO 3210 mempunyai kestabilan pada frekuensi tinggi yang sesuai dengan frekuensi yang akan didesain yaitu antena yang 5G dengan frekuensi 28 GHz. Spesifikasi material antena yang digunakan untuk desain antena dapat dilihat pada Table 1.

TABEL 1
SPESIFIKASI SUBSTRAT YANG DIGUNAKAN

Jenis Substrat	RO 3210
Konstanta Dielektrik Relatif (ϵ_r)	10,8
Dielectric Loss Tangent ($\tan \delta$)	0.0027
Ketebalan Substrat (h)	0,64 mm

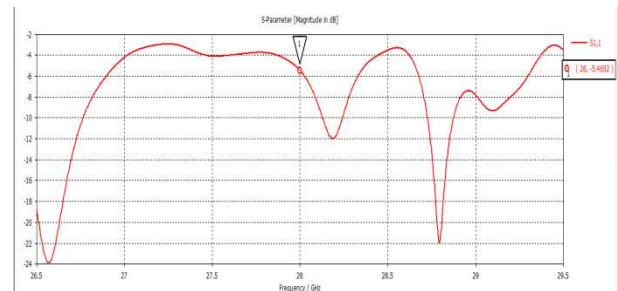
Setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan 1, 2 dan 3 didapatkan jari-jari patch antena adalah 7,0427 mm dan lebar saluran transmisi atau pencatu adalah 0,503 mm.

setelah didapatkan jari – jari patch dan lebar saluran antena mikrostrip maka dapat kita buat bentuk antena yang akan didesain. Bentuk antena dan diameter dari hasil perhitungan dapat dilihat pada Gambar 1.

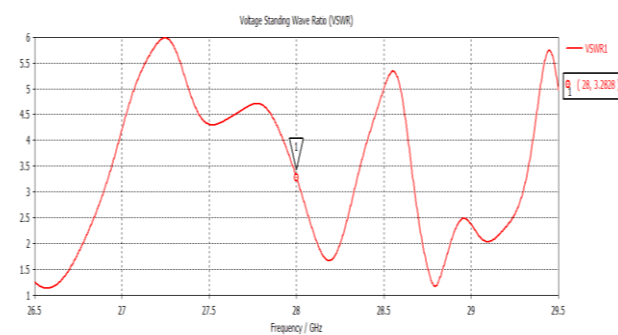


Gambar 1. Bentuk *patch* antena sesuai dengan teori.

Dari ukuran dan diameter antena yang didapatkan berdasarkan perhitungan menggunakan persamaan 1, 2 dan 3 pada Gambar 1, maka dilakukan simulasi untuk melihat kinerja antena untuk aplikasi 5G dimana setelah dilakukan simulasi dapat dilihat nilai *Return loss* dan VSWR pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Grafik *return loss* antena sebelum diiterasi



Gambar 3. Grafik VSWR antena sebelum diiterasi

Dari Gambar 2 dan Gambar 3 dapat dilihat nilai dari *return loss* dan VSWR, dimana nilai *return loss* pada Gambar grafik 2 adalah –5,46 dB pada frekuensi 28 GHz dan dari Gambar 3 nilai VSWR adalah 3,28 pada frekuensi 28 GHz. Berdasarkan data yang didapat dari hasil simulasi pada antena pertama ini terlihat bahwa nilai VSWR dan nilai *return loss* melebihi batas syarat standar antena. Dengan demikian perlu dilakukan iterasi dan metode – metode untuk mendapatkan kinerja antena yang baik sesuai dengan standar dan aplikasi penggunaan antena tersebut.

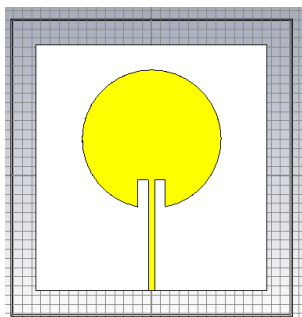
B. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada desain ini adalah menentukan desain awal antenna sesuai dengan teori rumus pada persamaan 1, 2 dan 3. Setelah dapat ukuran awal maka antenna mulai didesain seperti pada Gambar 1. Dari bentuk antenna yang belum dilakukan iterasi tentu saja belum bisa dijadikan antenna dikarenakan nilai VSWR dan *return loss* nya belum memenuhi standar. Dengan demikian kita perlu melakukan iterasi agar parameter standar antenna terpenuhi. Proses iterasi yang dilakukan pada desain antenna yang masih tahap awal sebelum menggunakan metode slot adalah memperbesar dan memperkecil jari – jari *patch*, iterasi panjang saluran pencatu, iterasi panjang dan lebar *ground* dan substrat. Setelah proses iterasi ini dilakukan, akan didapatkan antenna yang bekerja sesuai dengan standar antenna yaitu nilai *return loss* dibawah -10 dB dan VSWR kurang dari 2. Biasanya antenna yang didesain tanpa menggunakan metode nilai VSWR, *Return loss* dan *bandwidth* yang dihasilkan belum optimal.

Karena antenna yang didesain ini adalah antenna untuk generasi ke 5 atau antenna 5G, tentunya membutuhkan *bandwidth* yang sangat lebar. Untuk mensupport teknologi telekomunikasi yang super cepat perlu dilakukan desain antenna menggunakan teknik – teknik tertentu. Dalam penelitian ini akan digunakan metode slot untuk melebarkan *bandwidth* yang masih sempit dan *return loss* yang belum optimal. Target dari penelitian ini adalah mendapatkan desain antenna yang bekerja difrekuensi tinggi dengan *bandwidth* antenna lebih dari 1 GHz. untuk mendapatkan desain antenna sesuai dengan target tersebut akan digunakan metode slot untuk mendapatkan lebar *bandwidth*.

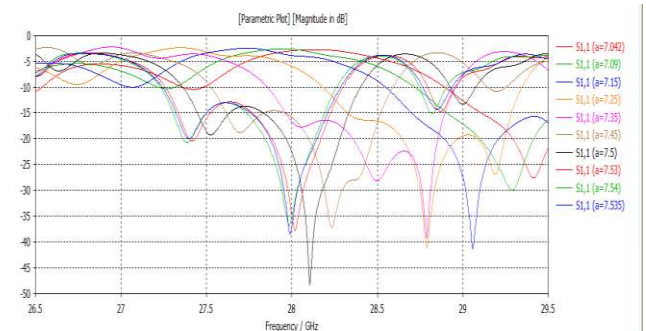
1. Iterasi desain antenna dan pembuatan slot pada *patch* antenna.

Untuk mendapatkan antenna agar bekerja dengan baik maka perlu dilakukan iterasi, sehingga diameter antenna pada Gambar 1 akan dilakukan proses iterasi untuk mendapatkan nilai VSWR dan *return loss* sesuai dengan standar antenna yang telah ditetapkan. Dari proses iterasi didapatkan ukuran diameter antenna yang dapat dilihat pada Gambar 4.

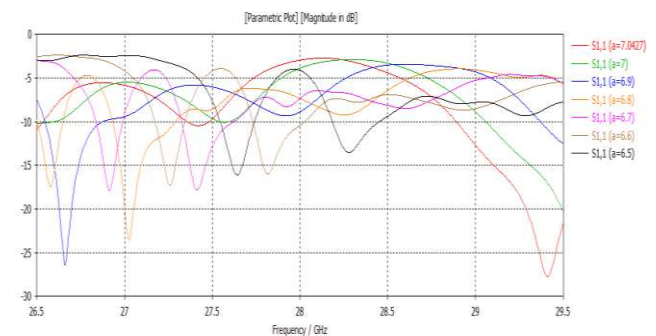


Gambar 4. Antena menggunakan slot saat proses iterasi

Perubahan nilai *return loss* dan VSWR saat dilakukan iterasi dan pemberian slot pada *patch* antenna yang didesain. Proses iterasi dilakukan pada jari – jari *patch* antenna, saluran pencatu, lebar dan panjang slot yang dibuat. Dari proses iterasi jari – jari *patch* lingkaran membesar mulai dari 7,042 mm sampai nilai jari – jari *patch* 7,535 mm, terjadi pergeseran nilai *return loss* ke arah kiri mulai dari frekuensi 29,4 GHz bergeser kefrekuensi 28 GHz. sehingga proses iterasi membesarkan nilai jari – jari *patch* antenna dapat menentukan frekuensi kerja antenna yang diinginkan yaitu difrekuensi 28 GHz. pada saat proses iterasi nilai jari – jari *patch* antenna diperkecil dari 7,042 mm sampai dengan 6,5 mm terlihat pergeseran nilai *return loss* ke arah kanan sehingga antenna bekerja diatas frekuensi 29 GHz dimana tidak sesuai dengan kinerja antenna yang diharapkan. Grafik nilai *return loss* saat proses iterasi jari – jari *patch* diperkecil dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



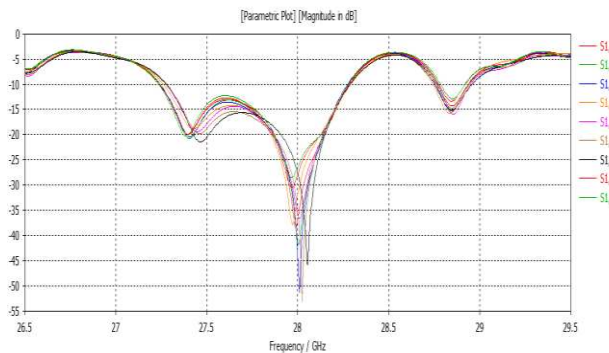
Gambar 5. Grafik *return loss* iterasi pada jari – jari *patch* lebih besar dari 7,042 mm.



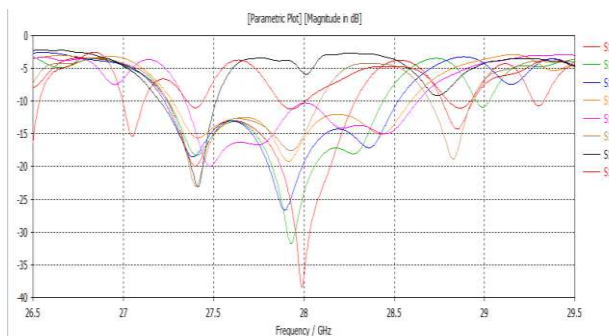
Gambar 6. Grafik *return loss* iterasi pada jari – jari *patch* lebih kecil dari 7,042 mm.

Untuk mendapatkan kinerja antenna yang lebih baik, maka dilakukan iterasi lebar pecatu atau lebar saluran transmisi. Dari hasil perhitungan menggunakan persamaan 3 didapatkan lebar pencatu langsung sebesar 0,503 mm. pada desain antenna ini akan dilakukan proses iterasi dengan lebar saluran pencatu diperbesar sehingga nilai *return loss* dapat dilihat pada Gambar 7. Dari grafik pada Gambar 7 dapat dilihat bahwa nilai *return loss* yang paling kecil pada saat lebar saluran pencatu 0.55 mm. dari prosis iterasi lebar saluran pencatu dapat dilihat pengaruh lebar saluran, semakin lebar saluran pencatu maka akan semakin

besar nilai *return loss* pada frekuensi 28 GHz. sehingga posisi lebar saluran pencatu yang optimal adalah 0,65 mm. Setelah mendapatkan lebar pencatu langsung, maka dilakukan iterasi lebar slot untuk mendapatkan lebar slot yang digunakan pada *patch* antenna. Pemberian slot pada *patch* antenna untuk meningkatkan kinerja antenna dimana slot pada *patch* berfungsi untuk meningkatkan lebar *bandwidth* dan menurunkan nilai *return loss*. Untuk melihat pengaruh pemberian slot mulai dari 0 mm sampai dengan 5 mm pada antenna dapat dilihat pada grafik *return loss* Gambar 8.



Gambar 7. Grafik *return loss* iterasi lebar saluran pencatu langsung lebih dari 0,503 mm.

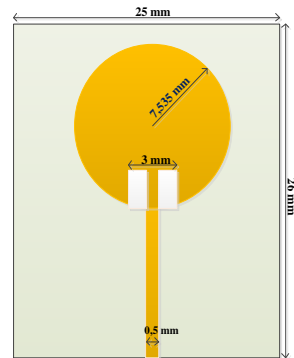


Gambar 8. Grafik *return loss* iterasi lebar slot dari 0 mm sampai dengan 5 mm.

Dari Gambar 8 grafik *return loss* dapat melihat kinerja antenna yang didesain, dari gambar grafik tersebut lebar slot yang optimal adalah 3 mm dengan nilai *return loss* -34,9 dB. Dan apabila tidak menggunakan slot maka nilai *return loss* yang didapat adalah -6 dB sehingga antenna tersebut tidak bisa bekerja difrekuensi 28 GHz.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil desain antenna menggunakan metode pencatutan langsung dan metode slot didapatkan bentuk dan ukuran antenna 5G yang beroperasi pada frekuensi kerja 28 GHz. bentuk dan ukuran antenna yang didesain dapat dilihat pada Gambar 9. Dari hasil desain dengan menggunakan pencatutan langsung dan slot, dilakukan proses iterasi maka didapatkan ukuran antenna yang optimal pada Tabel 2.

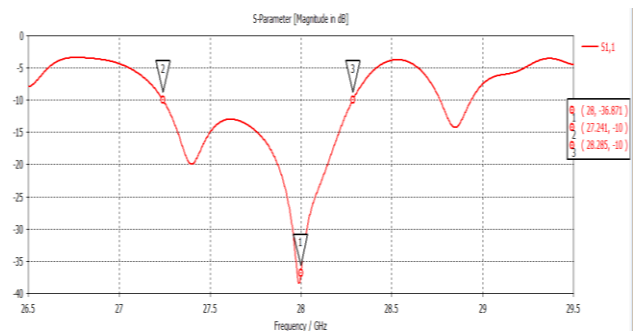


Gambar 9. Hasil desain antenna untuk aplikasi 5G

TABEL 2
UKURAN ANTENA BENTUK LINGKARAN YANG DIDESAIN

Diameter Antena	Ukuran (mm)
Jari – jari patch	7,535
Lebar slot	3
Lebar saluran pencatu langsung	0,503
Panjang <i>ground</i> dan substrat	26,8
Lebar <i>ground</i> dan substrat	25

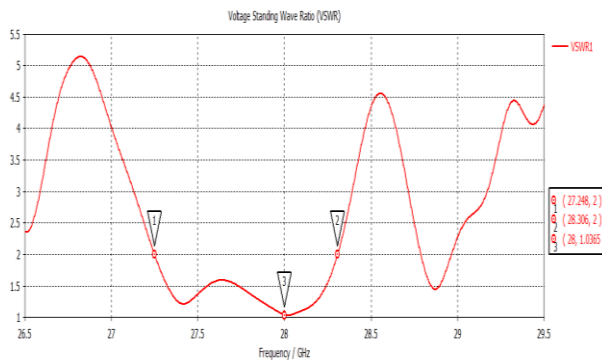
Dari desain dan simulasi antenna mikrostrip bentuk lingkaran dapat dilihat grafik *return loss* yang diperlihatkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik *return loss* dari hasil simulasi desain antenna

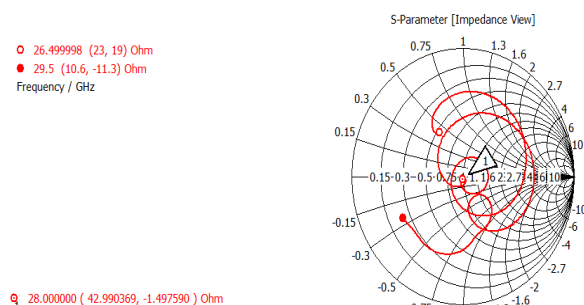
Dari grafik *reurn loss* hasil simulasi didapatkan nilai *return loss* pada frekuensi 28 GHz sebesar -36,871 dB, frekuensi bawah 27,241 GHz dan frekuensi atas sebesar 28,285 GHz dengan nilai masing – masing *return loss* sebesar -10 dB. Setelah didapatkan frekuensi batas bawah dan frekuensi batas atas maka nilai *bandwidth* yang dihasilkan oleh antenna adalah sebesar 1,044 GHz. berdasarkan data yang didapat dari grafik *return loss* maka desain antenna yang dilakukan telah memenuhi standar antenna yaitu nilai *return loss* yang didapat adalah -36,871 dB lebih kecil dari standar yang ditetapkan yaitu -10 dB. Dari nilai *return loss* yang didapatkan sangat kecil pada frekuensi resonansi 28 GHz ini menunjukkan semua energi terpancar dengan sempurna melewati antenna bentuk lingkaran. Target dari perancangan antenna

mikrostrip bentuk lingkaran ini adalah nilai *bandwidth* dari antenna lebih lebar dari 1 GHz, dimana hasil desain dan simulasi didapatkan lebar *bandwidth* 1,044 GHz atau telah memenuhi target yang diinginkan. Dengan demikian antenna yang didesain telah siap dipabrikasi atau dicetak untuk digunakan sebagai antenna 5G. Dari hasil desain dan simulasi antenna didapatkan nilai VSWR pada frekuensi resonansi 28 GHz sebesar 1,0865 dan grafik VSWR dapat dilihat pada Gambar 11.



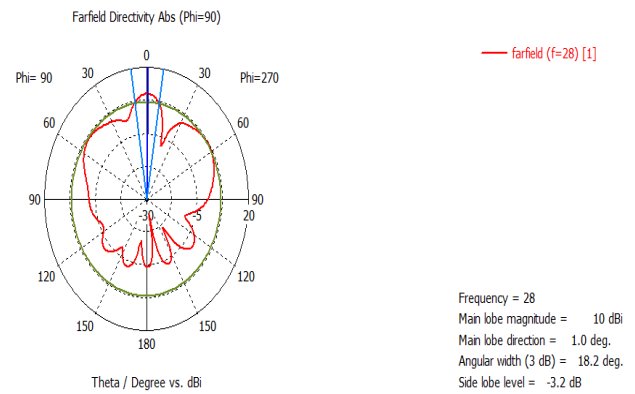
Gambar 11. Grafik *return loss* dari hasil simulasi desain antenna

Dimana antenna yang didesain cukup baik karena nilai VSWR memenuhi standar yaitu dibawah 2. Dengan demikian gelombang balik pada antenna dengan frekuensi resonansi 28 GHz cukup kecil, sehingga daya balik pada peralatan sangat kecil dan membuat peralatan pemancar atau penerima bisa bekerja dengan baik. Dari hasil simulasi dapat dilihat bentuk *smithchart* impedansi antenna pada Gambar 12. Dimana impedansi input didapatkan adalah 42,99 $-j1,49$ Ohm atau 43 Ohm. Dari nilai impedansi hasil simulasi saluran transmisi tersebut hampir mendekati 50 Ohm, ini memperlihatkan bahwa antenna yang didesain sangat *matching* sehingga antenna bekerja sangat optimal di frekuensi 28 GHz.

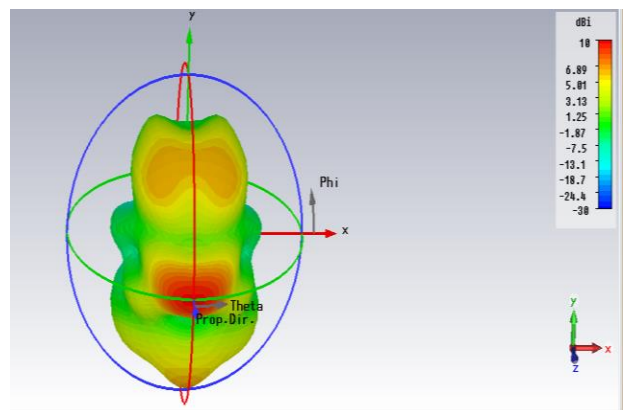


Gambar 12. *Smithchart* dari hasil simulasi desain antenna

Dari hasil simulasi gambar pola radiasi antenna dapat dilihat pada Gambar 13 dan Gambar 14. Dari Gambar 13 dapat dilihat nilai HPBW sebesar 18,2° dan dari Gambar 14 terlihat warnah merah pancaran utama atau *main lobe* sebesar 10 dBi. Dari nilai HPBW yang sangat sempit 18,2° maka pola radiasi antenna yang didesain sangat terarah.



Gambar 13. Pola radiasi antenna 2D



Gambar 14. Pola radiasi antenna 3D

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan pada desain dan simulasi antenna mikrostrip bentuk lingkaran dengan menggunakan metode pencatutan langsung dan slot. Didapatkan lebar *bandwidth* 1,044 GHz, nilai *return loss* -36,871 dB, VSWR 1,0865, Impedansi 43 Ohm dan HPBW 18,2° dengan pancaran utama 10 dBi. Proses iterasi yang dilakukan adalah untuk mendapatkan kinerja antenna yang optimal dan metode slot dan pencatutan langsung adalah untuk meningkatkan lebar *bandwidth* antenna dan memperkecil nilai *return loss*. Berdasarkan data dan perhitungan dari penelitian ini maka antenna yang didesain telah sesuai dengan target yang diinginkan, sehingga antenna yang didesain bisa dipabrikasi dan telah memenuhi standar antenna untuk aplikasi antenna 5G pada frekuensi kerja 28 GHz.

REFERENSI

- [1] M. M. M. Ali, O. Haraz, S. Alshebeili, and A. Sebak, "Broadband Printed Slot Antenna for the Fifth Generation (5G) Mobile and Wireless Communications," *IEEE*, pp. 5–6, 2016.

- [2] F. Ahmad, "Design and Analysis of Millimeter Wave Double F Slot Patch Antenna for future 5G Wireless Communication," in *IEEE*, 2017, pp. 5–8.
- [3] C. Shuai and G. Wang, "Substrate-integrated low-profile unidirectional antenna," *IEEE*, no. 3, pp. 185–189, 2017.
- [4] S. Ho-quang, S. X. Ta, P. Huynh-nguyen-bao, K. Nguyen-khac, and C. Dao-ngoc, "Compact Circularly Polarized Slotted SIW Cavity Antenna for 5G Application," in *IEEE*, 2017, pp. 75–79.
- [5] H. J. Zunnurain, Ahmad, "On-Chiip Mounted Millimeter - Wave Dielectric Resonator Antenna," *IEEE*, pp. 142–144, 2018.
- [6] Y. Hendra, Juli, Rio , Rahayu, "Analisis antena mikrostrip array bentuk lingkaran dan persegi panjang menggunakan simulasi untuk aplikasi lte frekuensi 2.3 ghz," *FTEKNIK*, vol. 2, no. 1, pp. 1–14, 2015.
- [7] S. B. Husnul Khatim, Setia Bambang, "Studi Dan Antena Mikrostrip MIMO 2X2 Menggunakan Metamaterial Untuk Frekuensi LTE 2.6 GHZ," in *Proceeding of engineering*, 2015, vol. 2, no. 2, pp. 2662–2680.
- [8] I. F. Costa and A. C. S. Jr, "Dual-Band Antenna Array with Beam Steering for mm-waves 5G Networks," *IEEE*, 2017.
- [9] I. Surjati, *Antena mikrostrip konsep dan aplikasinya*. jakarta: universitas trisakti, 2010.